دانشکده علوم کشاورزی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد

بررسی آلودگی رسوب کف و آب رودخانه گوهررود رشت به فلزات سنگین(Zn, Cd, Pb)

از:

هانیه نورانی ماسوله

استاد راهنما:

دکتر اکبر فرقانی

مهر ۱۳۹۱

دانشکده علوم کشاورزی

گروه علوم خاک

(شیمی و حاصلخیزی خاک)

بررسی آلودگی رسوب کف و آب رودخانه گوهررود رشت به فلزات سنگین(Zn, Cd, Pb)

از:

هانیه نورانی ماسوله

استاد راهنما:

دکتر اکبر فرقانی

استاد مشاور:

دکتر حسن رمضانپور

مهر ۱۳۹۱

تشکر و قدردانی

سپاس بی‌کران ایزد را که مهربانیش، یادش و همراهی پیوسته‌اش همواره انگیزه من برای حرکت بوده است و ارج می‌نهم زحمات بی‌دریغ پدر و مادر و همسرم را که همیشه یار و یاور من بوده‌اند. نهایت سپاس را از اساتید گرامی‌ام، دکتر اکبر فرقانی و دکتر حسن رمضانپور دارم. و نیز از دکتر شعبانپور و دکتر یغمائیان که زحمت بازبینی این پایان‌نامه را بر عهده داشتند، کمال تشکر را دارم. همچنین از تمامی اساتید گروه خاکشناسی دانشگاه گیلان سپاس گزاری و تشکر نموده و برای همه این بزرگواران آرزوی موفقیت و سلامت را دارم.

تقدیم به پدر،

مادر

و همسر عزیزم

فهرست مطالب

عنوان صفحه

چکیده فارسی ..... خ

چکیده انگلیسی ..... د

مقدمه ۱

فصل اول:کلیات و بررسی منابع

۱-۱- فلزات سنگین ۴

۱-۱-۱ فلزات سنگین در رسوب ۶

۱-۱-۲ فلزات سنگین در آب ۸

۱-۲-کادمیوم ۹

۱-۳-.روی ۱۲

۱-۴-سرب ۱۳

۱-۵-اثر فلزات سنگین بر سلامت انسانها ۱۵

۱-۶-.آلودگی منابع آب ۱۶

۱-۷-تأثیر کاربری اراضی بر روی کیفیت آب ۱۸

۱-۸- تجزیه و تحلیل تغییرات به روش آمار کلاسیک ۲۱

۱-۹- مروری بر تحقیقات صورت گرفته ۲۵

فصل دوم: مواد و روشها

۲-۱-نمونه برداری آب و رسوب ۲۹

۲-۱-۱ آزمایش شیمیایی آب ۳۲

۲-۱-۱-۱- اندازه‌گیری میزان فلزات سنگین (Pb، Cd ، Zn) به روش اسید نیتریک غلیظ ۳۲

۲-۱- ۱-۲- مقدار باقیمانده خشک یا TDS(Total Dissolved Solids) ۳۲

۲-۱-۱-۳- اندازه‌گیری کاتیون‌های کلسیم و منیزیم محلول در آب به روش تیتراسیون ۳۲

۲-۱-۱-۴- نسبت جذب سدیم(SAR) ۳۳

۲-۲- نمونه‌برداری و آماده سازی نمونه‌های رسوب کف رودخانه ۳۴

۲-۳-تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی رسوب ها ۳۴

۲-۳-۱ اندازه‌گیری بافت رسوب به روش هیدرومتر ۳۴

۲-۳-۲- اندازه گیری میزان pH رسوب ۳۵

۲-۳-۳- اندازه گیری کربنات کلسیم معادل ۳۶

۲-۳-۴- تهیه محلول های استاندارد سرب، روی و کادمیوم ۳۶

۲-۳-۵- اندازه گیری میزان عناصر کل با روش هضم در اسید نیتریک چهار مولار دررسوب ۳۷

۲-۴ شاخص زمین انباشتگی ۳۷

۲-۶- تجزیه و تحلیل‌های آماری ۳۹

۲-۶-۱- آمار توصیفی ۳۹

۲-۶-۲- معادله رگرسیونی ۴۰

فصل سوم: نتایج و بحث

۳-۱-آب و رسوب ۴۳

۳-۱-۱-روی در آب ۴۸

۳-۱-۲- سرب در آب ۵۰

۳-۱-۳- کادمیوم در آب ۵۱

۳-۱-۴-رسوب و شاخص زمین انباشتگی ۵۵

۳-۱-۵-تأثیر کاربری اراضی برروی مقدار آلودگی عناصر ۵۹

۳-۱-۶-همبستگی بین عناصر آب و رسوب ۶۱

۳-۱-۷-همبستگی ساده بین فلزات سنگین کل رسوب و برخی خصوصیات رسوب ۶۲

۳-۱-۸-همبستگی ساده بین فلزات سنگین کل آب و برخی خصوصیات آب ۶۵

نتیجه گیری کلی ۷۳

۳-۴-پیشنهادها ۷۴

منابع ۷۵

فهرست جدول‌ها

عنوان صفحه

جدول ۱-۱- حد معمول و آستانه سمیت جذب فلزات سنگین (mg/day) توسط انسان ۵

جدول۲-۱-مقادیر غلظت عناصر سنگین (ppm) از دیدگاه دو استاندارد مختلف USEPA و GLC و میانگین جهانی این عناصر ۳۸

جدول ۲-۲- مقادیر شاخص زمین انباشتگی در آلودگی‌های مختلف خاک ۳۸

جدول ۳-۱-موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های مختلف..... ۴۴

جدول۳-۲- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آبهای ایستگاه‌های مختلف مورد مطالعه ۴۵

جدول ۳-۳- مقادیر کلسیم، منیزیم و سدیم آب در محل‌های نمونه‌برداری از رودخانه..... ۴۶

جدول۳-۴- آمار توصیفی متغیرهای مورد مطالعه ۴۸

جدول ۳-۵- مقایسه میانگین فلز روی در تمامی ایستگاه‌های نمونه‌برداری آب با مقادیر استاندارد ۴۹

جدول ۳-۶- مقایسه میانگین فلز روی در ایستگاهای مختلف نمونه‌های آب با مقادیر استاندارد ۴۹

جدول ۳-۷- مقایسه میانگین فلز سرب در تمامی ایستگاه‌های نمونه‌برداری آب با مقادیر استاندارد..... ۵۰

جدول ۳-۸- مقایسه میانگین فلز سرب در ایستگاهای مختلف نمونه‌های آب با مقادیر استاندارد ۵۱

جدول۳-۹- فراوانی سرب رسوب ۵۲

جدول۳-۱۰- فراوانی سرب آب..... ۵۲

جدول۳-۱۱- فراوانی روی رسوب..... ۵۳

جدول۳-۱۲- فراوانی pH رسوب ۵۳

جدول۳-۱۳- فراوانی pH آب..... ۵۴

جدول۳-۱۴- فراوانی آهک رسوب..... ۵۴

جدول ۳-۱۵- میانگین فلرات سنگین کل (میلی‌گرم بر کیلوگرم) در رسوب کف رودخانه گوهررود..... ۵۵

جدول ۳-۱۶- نتایج بدست آمده از شاخص زمین انباشتگی..... ۵۷

جدول۳-۱۷- متوسط دبی ماهیانه و سالیانه رودخانه گوهررود در ایستگاه لاکان (m/s)..... ۶۰

جدول۳-۱۸- سال آبی رودخانه گوهررود در ایستگاه لاکان (m/s)..... ۶۰

جدول۳-۱۹- همبستگی ساده بین فلزات سنگین آب و رسوب.....۶۱

جدول۳-۲۰- همبستگی ساده بین فلزات سنگین کل رسوب و برخی خصوصیات رسوب ۶۳

جدول۳-۲۱- میانگین ، حداکثر ، حداقل و S.D برخی خصوصیات شیمیایی رسوب.....۶۳

جدول۳-۲۲- میانگین ، حداکثر ، حداقل و S.D فلزات سنگین رسوب.....۶۴

جدول۳-۲۳-. همبستگی ساده بین فلزات سنگین رسوب و مقدار رس، سیلت وشن رسوب.....۶۴

جدول۳-۲۴- میانگین ، حداکثر ، حداقل و S.D برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب.....۶۵

جدول ۳-۲۵- همبستگی ساده بین عناصر سنگین، pH و EC آب رودخانه.....۶۵

فهرست شکل‌ها

عنوان صفحه

شکل ۲-۱-تصویر منطقه نمونه برداری ۳۰
شکل ۲-۲-تصویر منطقه نمونه برداری ۳۰
شکل ۲-۳-نقشه جغرافیایی نقاط نمونه‌برداری ۳۱
شکل ۳-۱-هیستوگرام سرب در رسوب ۵۲
شکل ۳-۲-هیستوگرام سرب در آب ۵۲
شکل ۳-۳- هیستوگرام روی در رسوب ۵۳
شکل ۳-۴-هیستوگرام pH رسوب ۵۳
شکل ۳-۵- هیستوگرام pH آب ۵۴
شکل ۳-۶-هیستوگرام آهک رسوب ۵۴
شکل ۳-۷-روند تغییرات میزان سرب رسوب(mg/kg)در نقاط نمونه‌برداری ۶۶
شکل ۳-۸-روند تغییرات میزان سرب آب(mg/l)در نقاط نمونه‌برداری ۶۶
شکل ۳-۹-روند تغییرات میزان روی رسوب (mg/kg)در نقاط نمونه‌برداری ۶۷
شکل ۳-۱۰-روند تغییرات میزان روی آب (mg/l)در نقاط نمونه‌برداری ۶۷
شکل ۳-۱۱-روند تغییرات میزان کادمیوم رسوب (mg/kg)در نقاط نمونه‌برداری ۶۸
شکل ۳-۱۲-روند تغییرات میزان pHآب در نقاط نمونه‌برداری ۶۸
شکل ۳-۱۳-روند تغییرات میزانECآب(µmho/cm) در نقاط نمونه‌برداری ۶۹
شکل ۳-۱۴-روند تغییرات میزانpH رسوب در نقاط نمونه‌برداری ۶۹
شکل ۳-۱۵-روند تغییرات میزان TDS (mg/l) در نقاط نمونه‌برداری ۷۰
شکل ۳-۱۶-روند تغییرات میزانSAR در نقاط نمونه‌برداری ۷۰
شکل ۳-۱۷-روند تغییرات درصد آهک در نقاط نمونه‌برداری ۷۱
شکل ۳-۱۸-روند تغییرات درصد رس در نقاط نمونه‌برداری ۷۱
شکل ۳-۱۹-روند تغییرات درصد شن در نقاط نمونه‌برداری ۷۲
شکل ۳-۲۰-روند تغییرات درصد سیلت در نقاط نمونه‌برداری ۷۲

بسم الله الرحمن الرحيم

چکیده

بررسی آلودگی رسوب کف و آب رودخانه گوهررود- رشت به فلزات سنگین(Zn, Cd, Pb)

هانیه نورانی ماسوله

فلزات سنگین موجود در فاضلاب‌های صنعتی و شهری می‌تواند موجب آلودگی آب‌های سطحی، رسوب و سپس خاک شود. کیفیت منابع آب هر منطقه تحت تاثیر عواملی با منشاء طبیعی یا مصنوعی دچار تغییرات فیزیکی ، شیمیایی و بیولوژیکی می‌باشد. به منظور ارزیابی میزان فلزات سنگین (سرب، روی و کادمیوم) در رسوب و آب رودخانه گوهررود رشت، مطالعه‌ای طراحی و در این راستا نمونه‌برداری از آب رودخانه و نیز از رسوب بستر رودخانه انجام گرفت. نمونه ها از رودخانه با فواصل دو کیلومتر به تعداد ۳۰ نمونه توسط دستگاه نمونه‌بردار آب و۳۰ نمونه توسط نمونه‌بردار رسوب (گراب) جمع آوری شد و مختصات نقاط نمونه برداری با استفاده از دستگاه موقعیت یاب جهانی(GPS) تعیین شد. در نمونه‌های رسوب مقدار کل عناصر روی، سرب و کادمیوم پس از عصاره گیری با دستگاه جذب اتمی تعیین شد. میزان این فلزات pH, TDS, SAR, و EC در نمونه‌های آب نیز تعیین گردید. غلظت روی، سرب و کادمیوم کل در رسوبات بوسیله اسید نیتریک ۴مولار استخراج شدند. توصیف آماری نتایج با استفاده از نرم افزارSPSS انجام شد. آزمون t-student جهت تعیین اختلاف معنی دار بین غلظت فلزات سنگین و استانداردها برای مصارف مختلف حیات آبزیان، آبیاری و غیره به کار برده شد. نتایج نشان داد آب تمامی ایستگاهها از نظرمقدار کادمیوم آلودگی نداشته و از نظر آلودگی سرب و روی نیز کمتر از حد سمیت بودند. نمونه‌های رسوب برداشته شده نیز به سرب و روی آلوده بودند اما غلظت کادمیوم در رسوب ناچیز بوده است حداکثر.غلظت سرب در ایستگاه هشتم (۱۸/۲۰mg/kg) و حداقل مقدار آن در ایستگاه بیست و دوم (۲/۱۰ mg/kg) مشاهده گردید. غلظت روی در ایستگاه چهاردهم حداکثر (۱۰۱/۶۴mg/kg) ودر ایستگاه دوازدهم حداقل (۳۷/۸۰mg/kg) مقدار را نشان داد. در ایستگاه آخرحداکثر مقدار کادمیوم (۰/۴۹mg/kg) مشاهده گردید. مقدار غلظت روی و سرب موجود در آب درایستگاهای قبل از شهر متوسط و یا کم نسبت به داخل شهر بوده و پس از عبور از شهر به حداکثر می‌رسد.

کلید واژه: سرب، کادمیوم، روی، آلودگی آب، رشت

Evaluation of Goharrood –Rasht River sediments and water pollution to heavy metals (Zn,Pb,Cd)

Hanieh Nourani Masouleh

Heavy metals in municipal and industrial wastewater can pollute surface water, sediment and soil. The qualiy of water sources in each area affected by nautral or artificial origin has had physical, chemical and biological changes. In order to evaluate the concentration of elements (Zn, Cd, Pb) in Goharrood river sediment and water designed a project due to this it is done sampling of water and sediment from the river bed.30 Sample of Water and30 Sample of sediment in every wo kilometers were collected by machine and GRUB and Coordinates of the sample points were determined by GPS(Global Positioning System). Also in the sediment samples, the total concentration of Zn, Pb and Cd were determined by atomic absorption spectorophotometer after extraction. The amount of metals, pH, EC,TDS, SAR were determined in samples water. Total Pb,Cd and Zn concentration in sediments were extracted by 4M HNO_3. Statistical assessments were done with SPSS. T-student test was employed to evaluate the mean differences between heavy metals concentration and their standard values for different use as aquatic life, irrigation and etc. Results showed that water of all stations had not cadmium contaminated and Zn and Pb contaminated were lower than toxic levels. Collected sediment samples were polluted by Pb and Zn but cadmium concentration was trace. Maximum concentration of pb (18.20 mg/kg) in eighth station and minimum concentration of pb (2.10 mg/ kg) in twenty second station were observed. Concentration of Zn (101.64 mg/kg) in fourteenth station was maximum and concentration of Zn (37.80 mg/kg) in twelfth station showed minimum amount. In last station maximum concentration of Cd (0.49 mg/kg) was observed. Pb and Zn concentrations are medium to low befor reach to city and will be maximum after passing the Rasht city area.

Key wors: Cadmium, lead, Rasht, water pollution, zinc

مقدمه

از لحاظ لغوی آلودگی به معنای ناپاک کردن، لکه دار کردن، کثیف کردن، کثیفی و غیر تمیزی است. آلودگی زمانی ایجاد می شود که در یک محیط مواد خارجی غیر از ترکیبات طبیعی آن محیط وجود داشته باشد و یا اینکه تغییرات مهمی در عناصر تشکیل دهنده‌ی آن محیط ایجاد گردد و این تغییرات اثرات زیان بخشی به دنبال داشته باشد [Krantz and Kifferstein,2000]. آلودگی‌های ناشی از یون‌های فلزات سنگین از مهمترین و خطرناک‌ترین آلوده‌سازهای محیط زیست می‌باشند که در صورت عدم حذف آن‌ها ضمن ورود به آب‌های سطحی و زیرزمینی، موجب تشکیل کمپلکس‌های سمی شده و خطرات بالقوه‌ای را برای انسان و اکوسیستم ایجاد می‌نمایند [اوستان، ۱۳۸۳]. یکی از دلایلی که سبب اهمیت بررسی مواد متشکله‌ی رسوبات می‌شود این است که بسیاری از گونه‌های زیستی بخش اعظم دوره‌ی زندگی خود را در محیط رسوبی یا روی آن می‌گذرانند، از این رو مواد موجود در رسوبات از طریق چرخه‌ی زیستی وارد بدن موجودات دیگر از جمله انسان می‌گردد[Adams et al, 1992]. آلودگی خاک و آب به فلزات سنگین ضمن کاهش عملکرد و کیفیت محصول، پایداری تولید کشاورزی و سلامت افراد جامعه را با خطر مواجه می‌کند [سلیمانی و همکاران، ۲۰۰۹].

فلزات سنگین از اجزای طبیعی تشکیل دهنده پوسته زمین هستند و فرآیندهای طبیعی و همچنین فعالیت‌های انسان باعث آزادسازی آن‌ها در محیط زیست می‌شود. فعالیت‌های آتشفشانی، آتش‌سوزی جنگل‌ها، هوازدگی سنگ‌ها و کانی‌ها از جمله عوامل طبیعی هستند که باعث آلودگی محیط زیست به فلزات سنگین می‌شوند [Kennish, 1992]. دخالت‌های انسان در افزایش این فلزات در محیط، به صورت‌های مختلف از جمله فاضلاب‌های شهری، صنعتی، کشاورزی، اکتشافات و استخراج معادن، مصرف سوخت‌های فسیلی و... می‌باشد [اسماعیلی سارس، ۱۳۸۱]. با توجه به تحقیقات به‌عمل آمده بیشترین مقادیر فلزات سنگین در اکوسیستم‌های آبی به عناصری مانند مس، روی، کادمیوم، جیوه و سرب مربوط می‌باشد [Mesterson and Slowink, 1981]. در حال حاضر آلودگی خاک و آب و مسائل زیست محیطی مرتبط با آن یکی از دغدغه‌های اصلی بشر می‌باشد. موضوع آلودگی آب و خاک و به تبع آن گیاه از طریق فلزات سنگین یا به عبارتی عناصر کمیاب، بشر را برآن داشته که برای چاره اندیشی در زمینه‌ی حل این معضل مطالعات گسترده‌ای انجام دهد [Sutcliffe and Baker, 1981].امروزه فلزات سنگین به دلیل سمی بودن، زمان ماندگاری بالا و تجمع آن‌ها در بافت جانداران از اهمیت اکولوژیک و بیولوژیکی زیادی برخوردارهستند [Clarck et al, 1992] .

فلزات سنگین در زیستگاه میکروارگانیسم ها،جانوران و گیاهان تجمع می یابند و نیز وارد زنجیره غذایی انسان‌ها شده و مشکلاتی را برای سلامتی انسان‌ها بوجود می آورد [Cook et al., 1990 ; Deniseger et al., 1990; Sin et al., 2001] . رودخانه گوهر رود یکی از رودخانه های مهم رشت محسوب می شود که از ارتفاعات ۷۰۰ متری کوههای سراوان سرچشمه گرفته وپس ازعبور از روستای لاکان از ضلع غربی شهر رشت می گذرد در منطقه پیربازار رشت با زرجوب تلاقی پیدا کرده و با نام رودخانه پیربازار وارد تالاب انزلی می گردد .گوهررود به طور دائم مورد هجوم فاضلابهای صنعتی، شهری و کشاورزی قرارمی گیرد .طول این رودخانه در استان گیلان ۴۰ کیلومتر است. فاضلاب‌های محلات عزیزکیان، لاکان، ویشکاورزل، گوراب ورزل، رواجیر، خنقچه و گنبد رود در شرایطی به گوهر رود می‌ریزند که بسیاری از مدیران شهری و کشاورزی و حتی شیلات می‌دانند آب این رود قرار است به تالاب انزلی ریخته شود. تالابی که بسیاری از زاد و ولدهای ماهیان سفید و ماهیان حوزه دریای خزر در آن اتفاق می‌افتد. مهمترین منبع آلودگی این رودخانه‌ها بعد از فاضلاب‌های شهری، منابع آلاینده کشاورزی است. سموم و کودهای استفاده در شالیزارهای برنج و همچنین دیگر اراضی کشاورزی و

نبود نظارت مستمر بر میزان و چگونگی استفاده از این سموم و کودها، منجر شده تا گوهر رود هربار با حجم بسیاری از ورود سموم به پیکره خود روبه رو شود. ورود این سموم در شرایطی است که در ادامه مسیر، اراضی کشاورزی لاکان و دیگر روستاهای منطقه ازهمین آب، برای آبیاری مزارع خود استفاده می‌کنند. فاضلاب شهری بیش از ۹۰ درصد بار آلودگی این رودخانه ها را تشکیل می دهد. دومین منبع آلودگی، فاضلاب‌های صنعتی است. گزارش منتشر شده از سوی انجمن تخصصی محیط زیست درباره بررسی آلودگی این رودخانه مهم شهر رشت، نشان از آن دارد که ورود نامتعارف آلودگی به این رودخانه منجر شده است تا در بسیاری از نقاط با ازبین رفتن موجودات آبزی، مهاجرت ماهیان رخ داده و در نتیجه با ازدیاد رشد گیاهان آبزی مواجه شویم که همین امر در دراز مدت سیستم خودپالایشی رودخانه پیربازار را از بین برده است.

تأسیساتی که در مسیر رودخانه گوهر رود قبل از ورود به شهر قرار دارند و مواد زاید خود را به داخل آن می ریزند عبارتند از: پادگان آموزشی، زندان لاکان ،خانه‌های مسکونی لاکان شهر، دانشگاه آزاد . پیشنهاداتی برای بهبود کیفیت آب این رودخانه ارایه می‌دهند که از آن جمله می‌توان به سرعت بخشیدن به احداث تصفیه خانه فاضلاب در رشت، جلوگیری از ورودی فاضلاب‌های خانگی و شهری به داخل رودخانه و همچنین پیش‌بینی ساخت تصفیه خانه فاضلاب برای شهرک‌های صنعتی جدید و همچنین پیشنهاد ساخت تصفیه خانه فاضلاب برای شهرکهای صنعتی در حال کار، ایجاد پارکها و فضای سبز در حاشیه رودخانه و ایجاد کارخانه تبدیل زباله به کود آلی ، اشاره کرد.

عناصر سنگین موجود در فاضلاب که به داخل رودخانه وارد می‌شوند در بستر رودخانه انباشته شده و بر اکولوژی رودخانه تأثیر می‌گذارد. بنابراین رسوبات در این منطقه آلوده‌کننده‌های زیادی را در آب سطحی متمرکز کرده است. و بررسی آلودگی در این منطقه از اهمیت زیادی برخوردار است و روشهایی برای بهبود این شرایط محیطی باید صورت گیرد. بنابراین به‌دلیل اهمیت این موضوع و امکانی که برای ورود این عناصر به گیاه و نهایتاً مصرف آن دارد، پروژه‌ی فوق به منظور شناسایی و تعیین میزان عناصر سنگین موجود در آب و رسوب کف رودخانه گوهررود و نیز شناسایی منابع آلاینده صنعتی، کشاورزی و آلودگی‌های ناشی از فعالیت‌های انسانی در رودخانه گوهررود صورت گرفت.

فصل اول

کلیات و بررسی منابع

فصل اول-کلیات و بررسی منابع

۱-۱ عناصر سنگین [1]

فلزات سنگین، به تعدادی از فلزها و یونهای آنها اطلاق می شود که اغلب دارای چگالی بیش از ۵ گرم در سانتی متر مکعب هستند و وزن اتمی آن‌ها بین ۶۳/۵۴ و ۲۰۰/۵۹ می‌باشد و در گروه عناصر واسطه جدول تناوبی قرار دارند. بعضی از آنها در کشاورزی عناصر کم‌مصرف نامیده می‌شوند مانند روی، مس و مولیبدن. وجود بعضی دیگر از این عناصر برای رشد گیاه مفید تشخیص داده شده‌اند، مانند کبالت و وانادیم، و دسته دیگر نظیر نیکل، کروم و سلنیم دارای اثرات سمی بیشتری می‌باشند [رضایی زنگنه، ۱۳۷۷]. عناصر سنگین به عنوان آلوده‌کننده محیط زیست مطرح هستند. یک آلوده-کننده عاملی است که می‌تواند تغییرات پیش بینی نشده‌ای را بر محیط اطرافش ایجاد نماید و باعث اختلال در روند عادی چرخه حیات گردد [Lindsay, 1973]. آلودگی خاک به وسیله عناصر سنگین معمولاً پدیده‌ای مصنوعی بوده و حاصل فعالیت‌های انسان است که به‌خصوص در مناطق صنعتی به چشم می‌خورد. معمولاً فلزات سنگین همراه با ضایعات کارخانه‌ها و یا صنایع به‌صورت فاضلاب و یا دود و غبار وارد محیط زیست می‌شوند و ضمن ورود به چرخه غذایی انسان و حیوان خطراتی را برای آنها ایجاد می‌کنند. با آنکه در کشورهای صنعتی برای غلظت فلزات سنگین حدودی تعیین شده است لیکن این امر برای همه‌جا یکسان نیست زیرا اولاً غلظت مجاز این عناصر در کشورهای مختلف متفاوت بوده و ثانیاً دامنه تغییرات بین کمترین و بیشترین غلظت مجاز، گاهی به صد برابر بالغ می‌شود [سالاردینی، ۱۳۷۱].

فلزات سنگین پایدار و غیر قابل تجزیه می‌باشند. اگرچه بسیاری از آنها در مقدار کم برای چرخه‌های بیولوژیکی لازم هستند، اما اکثرا در غلظت بالا سمی می‌باشند. مهمترین مواردی که باعث افزایش فلزات سنگین در محیط زیست می‌شوند عبارتند از: فعالیتهای انسانی، فرآوری مواد شیمیایی و صنعتی مانند باطریها، کاغذها، سوختهای قایقها و کشتیها، اگزوز اتومبیل‌ها، استخراج معادن، ذوب فلزات، فعالیتهای کشاورزی مثل استفاده از کودهای فسفاته وسموم شیمیایی، مسافرتها، سوزاندن ضایعات، استخراج معادن، فعالیتهای ورزشی مانند تیراندازی. متداول ترین فلزاتی که در مسمومیت انسان نقش پررنگ تری دارند عبارتند از: سرب، جیوه ، آرسنیک و کادمیوم. سایر فلزات سنگین نظیر مس، روی و کروم در اندازه های بسیار کم برای بدن لازم هستند اما همین عناصر در مقادیر زیاد می توانند باعث مسمومیت شوند .با توجه به خسارات شدید ایجاد شده حذف فلزات سنگین یک فاکتور اساسی برای حفاظت محیط زیست می‌باشد . در جدول ۱-۱ حد معمول و آستانه سمیت جذب فلزات سنگین توسط انسان ذکر شده است.

امروزه یکی از مسائل مهم زیست محیطی، آلوده شدن خاک‌های زیر کشت به فلزات سنگین می‌باشد [سپهری و همکاران، ۱۳۸۵]. متاسفانه در سال‌های اخیر آلودگی ناشی از فلزات سنگین به دلیل ورود انواع پسماندهای صنعتی و ضایعات کارخانه‌های مختلف، سوختن زغال‌سنگ و سایر سوخت‌های فسیلی، استخراج و ذوب فلزات و استفاده از کودهای آلی و شیمیایی افزایش یافته است [حیدری و همکاران، ۱۳۸۴].

فعالیت‌های حفاری و معدنی، کارخانجات ذوب فلز، سوزانیدن زباله و مواد زائد، ترافیک، مصرف سوختهای فسیلی در کارخانجات و مصرف حشره‌کش‌ها، کودهای شیمیایی و لجن فاضلاب در کشاورزی از جمله منابع انسانی آلاینده محیط

[1] Heavy metals

زیست به فلزات سنگین به حساب می‌آیند. در حال حاضر مقدار فلزات سنگین آزاد شده در محیط زیست از منشا انسانی به مراتب بیشتر از منشا طبیعی می‌باشد [سامانی مجد و همکاران، ۱۳۸۶].

جدول (۱-۱) حد معمول و آستانه سمیت جذب فلزات سنگین (mg/day) توسط انسان (Pais and Jones, 1997)

فلز	حدمعمول	شروع سمیت
Cd	۰/۰۰۱-۰/۰۰۵	۰/۰۳
Cr	۰/۰۵-۰/۲	۵
Co	۰/۰۲-۰/۰۵	۵۰۰
Pb	۰/۰۱-۰/۰۲	۱
Ni	۰/۱-۰/۲	۲۰
Se	۰/۰۲-۰/۰۷	۵
Cu	۲-۳	۲۰۰
Fe	۱۰-۲۰	۲۰۰
Zn	۱۰-۱۵	۶۰۰
Mo	۰/۱۵-۰/۵	۵۰۰

اطلاع از غلظت بحرانی این فلزات و آثار ناشی از آلایندگی آنها در خاک، دارای اهمیت بسیاری است، ولی به دلیل ماهیت متغیر این عناصر در خاک و پیچیدگی خصوصیات خاک، در این موارد اعداد و ارقام دقیقی گزارش نشده است.

توسعه سریع صنعت و کشاورزی باعث آلودگی به عناصر سنگین می‌شود که خطرات محیطی بسیاری را برروی انسانها، حیوانات و ماهی‌ها میگذارد[Uluturhan et al., 2007] . مقادیر مهمی از عناصر سنگین به داخل رودخانه‌ها

خالی می‌شوند و می‌توانند در طول مسیر در آب ، رسوب و زنجیره غذایی انباشته شوند ودر نتیجه باعث مرگ ماهیان شوند[Meeger et al., 2000; Jones et al., 2001; Almeida et al., 2002; Xu et al., 2004] . مصرف بیش از اندازه عناصر غیر ضروری از قبیل سرب و کادمیوم باعث بیماریهای اعصاب، استخوان و نیز نارسایی کلیه و سرطان‌های مختلف می‌شود [Calderon, 2000; Watt et al., 2000] . اندازه‌گیری آلودگی عناصر سنگین باکاربرد روشها و ضوابط مختلفی قابل اندازه‌گیری است. دو نو ع روش مهم برای تحقیق وجود دا رد: اندازه‌گیری آلودگی‌های نزدیک به منبع آلودگی یا نقطه بحرانی و آنالیز توزیع آلودگی در منطقه. روشهای مختلفی برای ارزیابی سطوح آلودگی از قبیل غلظت عناصر سنگین کل و غلظت عناصر سنگین قابل جذب وجود دارد. [Chu et al., 2010; Juang et al., 2008; Lin et al., 2010; Tavares et al., 2008; Van Meirvenne and Meklit, 2010; Wang et al., 2010; Yang et al., 2009; Zhao, 2008; Juang et al., 2004; Spijker et al., 2011].

pH خاک و ماده آلی فاکتورهای مهمی هستند که بر توزیع و سمیت عناصر سنگین تأثیرگذارند. [Patz et al., 2004; Pielke, 2005]. عناصر سنگین در حال حاضر در محیط وجود دارند، که در اثر فعالیتهای انسانی و طبیعت پدید آمده‌اند و انسانها در برابر آنها که ممکن است از راههای مختلفی آلوده شوند، حفاظتی ندارند [Wilson and Pyatt, 2007]. در دهه گذشته ورود آلاینده ها با منشأ انسانی مانند فلزات سنگین درون اکوسیستم، به مقدار زیادی افزایش یافته است که این به عنوان یک خطر جدی برای حیات اکوسیستم زمین به شمار می آید. فلزات سنگین در یک مقیاس وسیع از منابع طبیعی و انسان-ساخت[1] وارد محیط زیست می شوند. میزان ورود این فلزات سنگین به داخل محیط زیست بسیار فراتر از میزانی است که بوسیله فرآیندهای طبیعی برداشت می‌شوند. بنابراین تجمع فلزات سنگین در محیط زیست قابل ملاحظه است. فلزاتی مانند جیوه، سرب و کادمیوم عناصر حیاتی نبوده و اثرات سودمندی بر حیات ارگانیسم‌های زنده ندارد بطوریکه تجمع آنها در بدن موجودات زنده به خصوص پستانداران باعث بیماریهای خطرناکی می‌گردد. مسیرهای ورود به بدن پستانداران به طور معمول از طریق هوای آلوده که در مناطق صنعتی پس از بارندگی وارد خاک و آب زیرزمینی می‌شوند و همچنین از طریق اقیانوسها و دریاها می‌باشد.

۱-۱-۱-فلزات سنگین در رسوب

در سال‌های اخیر، ژئوشیمی[2] محیط زیستی به طور گسترده‌ای در مطالعات وضعیت آلودگی پهنه‌های آبی و خاکی مورد استفاده واقع شده است. بهره‌گیری از این علم بیشتر به دلیل دقت بالا و متعاقب آن اطمینان به نتایج است. شاید به جرأت می‌توان اظهار داشت بهره‌گیری از علم ژئوشیمی رسوبات مطمئن ترین روش در براورد دقیق میزان آلودگی و منشأیابی آن است. از سال ۱۹۶۰ کاربرد علم ژئوشیمی در تشخیص انواع آلاینده‌های معدنی محیط زیستی افزایش یافت [Forstner, 1981]. رسوبات از نظر اکولوژیکی بخش مهمی از زیستگاه آبی هستند که محل ذخیره آلودگی ها بشمار می-روند ونیز نقش مهمی در نگه داری وضعیت تروفیک برای مجموعه آبی دارند[Singh et al., 2005]. بسته به وضعیت توصیف شده می‌توانند محل ذخیره خوبی هم برای موادغذایی و هم عناصر دیگر باشند [Gibbs, 1973]. رسوبات رودخانه از اجزای اصلی محیط هستند که مواد غذایی را برای میکرو ارگانیسم‌ها فراهم می‌کنند و نیز مکانی برای ذخیره گونه‌های آلوده شیمیایی است [Akcay et al., 2003]. رسوبات محل نهایی تجمع فلزات سنگین در محیط‌های آبی هستند، اما

[1] Human activity
[2] Geochemistry

تحت شرایطی می‌توانند خود به عنوان منبع آلودگی در آب عمل کنند [Yuk et al, 2001]. توزیع عناصر سنگین در رسوب بستگی به سایز اندازه رسوبات دارد. رسوبات معلق آلودگی‌ها را از آب جذب می‌کنند بنابراین تجمع در آب را کاهش می‌دهند. عناصر سنگین در رسوبات ساکن هستند و اغلب بعنوان آلوکننده های پایدار بحساب می‌آیند. [Wilcock, 1999; Olivares-Rieumont et al., 2005]. اگرچه ممکن است آنها در پاسخ به اختلالات مشخصی به آبها ریخته شوند [Agarwal et al, 2005]رسوبات دلیل بالقوه خطر به اکوسیتم هستند.[Chow et al, 2005; Hope, 2006] . رسوبات زیرین زیستگاه‌ها را فراهم می‌کنند و منبع ذخیره غذا برای جانوران دریایی هستند. بنابراین آلوده کننده‌ها موجب سمیت مستقیم و غیرمستقیمی در جمعیت جانوری و گیاهی می‌شوند. اثرات این آلوده کننده‌ها ممکن است بر زمین بصورت تجمع زیستی ودر چرخه غذا دیده شود[Wu et al, 2005; Zhang and Ke, 2004] ..

بنابراین آنالیز توزیع عناصرسنگین در رسوبات مجاور مناطق مسکونی میتواند برای بررسی اثرات فعالیت‌های انسانی روی اکوسیستم‌ها بکار رود وبه ارزیابی خطرات ایجاد شده بوسیله تخلیه ضایعات انسانی کمک می‌کند [Hu et al., 2002; De Mora et al., 2004; Zheng et al., 2008] .تحت شرایط خاصی این عناصر در غلظت سمی انباشته می-شوند که منجر به خسارات اکولوژیکی می‌شوند[Jefferies and Freestone, 1984] . روشهایی که برای ارزیابی خطرات ایجاد شده اکولوژیکی بوسیله عناصر سنگین در رسوبات بکار می‌رود شامل شاخص زمین انباشتگی[1] است [Porstner, 1989] . روشهای مختلفی برای تخمین خطرات بالقوه بر سلامت انسان توسط عناصر سنگین در ماهی‌ها پیشنهاد شده است. این خطرات به دو بخش اثات سرطانزا و غیر سرطانزا تقسیم شده است[Solomon et al., 1996]. در رسوبات عناصر سنگین به فرم‌های شیمیایی مختلفی وجود دارند و عموما رفتارهای شیمیایی و فیزیکی مختلفی را نشان می‌دهد [Akcay et al., 2003; Singh et al., 2005; Liu et al., 2008] ضروری است که مقدار فلزات در رسوبات را برای بدست آوردن درک صحیحی از پتانسیل آنها و اثرات اصلی فلزات در سطوح بالاتر رسوبات و ارزیابی پروسه‌های انتقال به پایین دست و ته نشینی مشخص کنیم . [Singh et al., 1996] فلزات سنگین در رسوبات کف تجمع می‌یابند. در نتیجه اکوسیستم‌هایی مثل بنادر یا مناطق ساحلی صنعتی که باورود مزمنی از فلزات روبرو هستند، دارای بیشترین رسوبات آلوده می‌باشند.

عناصر سنگین به رودخانه توسط طبیعت و منابع انسانی در حین انتقال تخلیه می‌شوند که بین فاز آبی و رسوب بستر توزیع می شوند بخاطر جذب سطحی و هیدرولیز بخش کمی از یونهای فلزات آزاد در آب می‌توانند حل شوند و مقدار زیادی از آنها در رسوب ذخیره می‌شوند [Bradely and cox, 1986; Guar et al., 2005; Horowitz, 1991; Macklin, 1992] .تخمینی است که بین ۳۰ تا ۹۸ ٪ از ظرفیت فلزات کل رودخانه می‌توانند به رسوبات منتقل شوند [Gibbs, 1973; Salomons and Forstner, 1984].

سعیدی و همکاران [Saeedi et al, 2004] در تحقیقی که در سال ۲۰۰۴ بر روی رسوبات رودخانه تجن در شمال ایران انجام دادند به این نتیجه رسیدند که اگرچه فرآیند جذب سطحی در مورد رسوبات و مواد معلق شبیه به هم است، اما رسوبات رودخانه‌ای توانایی بیشتری در جذب فلزات سنگین نسبت به مواد معلق دارند.

[1] Geoaccumulation Index